

PERTUMBUHAN DAN SERAPAN NITROGEN *Azolla microphylla* AKIBAT PEMBERIAN FOSFAT DAN KETINGGIAN AIR YANG BERBEDA

Putra Utama, Dewi Firnia dan Ganes Natanael

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Raya Jakarta Km.4 Pakupatan Serang, Banten
Telp. 0254 280330 ext 132,
e-mail: dewi.firnia@untirta.ac.id

ABSTRAK

Tanaman paku air *Azolla microphylla* bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* yang mampu memfiksasi N₂. Pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro seperti fosfat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pupuk fosfat dan ketinggian air berbeda terhadap pertumbuhan dan serapan nitrogen pada tanaman *Azolla microphylla*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Perlakuan yang dicobakan adalah ketinggian air yang terdiri atas 0 cm, 2 cm, 4 cm, dan 6 cm, serta konsentrasi pupuk fosfat yang terdiri atas tanpa dan dengan 5 ppm, 30 ppm dan 45 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketinggian air saling bergantung dengan konsentrasi pupuk fosfat dalam mempengaruhi persentase penutupan umur 7-21 hari setelah tanam, bobot basah, bobot kering total, dan serapan nitrogen total *Azolla microphylla*. Ketinggian air 2 cm dengan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm merupakan kombinasi perlakuan terbaik dalam meningkatkan persentase penutupan umur 7-21 HST, bobot basah, bobot kering total, dan serapan nitrogen total *Azolla microphylla*.

Kata kunci: Pertumbuhan, serapan nitrogen, *Azolla microphylla*, pupuk fosfat, ketinggian air.

GROWTH AND NITROGEN UPTAKE OF *Azolla microphylla* AS A RESULT OF PHOSPHATE APPLICATION AND DIFFERENT WATER LEVELS

ABSTRACT

Water fern *Azolla microphylla* symbioses with *Anabaena azollae* which is able to fix N₂. Fern growth is strongly influenced by the availability of macro nutrients such as phosphate. The aim of this study was to determine the effect of concentration of phosphate fertilizers and different water levels on the growth and nitrogen uptake of *Azolla microphylla*. Research was conducted by using randomized block design with three replications. The treatment were water level which consists of 0 cm, 2 cm, 4 cm, and 6 cm, and the concentration of phosphates which is composed of without and with 15 ppm, 30 ppm and 45 ppm. The results showed that the water level are interdependent with the phosphates concentration to influence *Azolla's* covered area at 7-21 days after planting, wet weight, total dry weight, and total nitrogen uptake of *Azolla microphylla*. The water level 2 cm at a concentration of 30 ppm of phosphate fertilizers is the best treatment combination to increase *Azolla's* covered area at 7-21 HST, wet weight, total dry weight, and total nitrogen uptake of *Azolla microphylla*.

Keyword: growth, nitrogen uptake, *Azolla microphylla*, phosphate fertilizer, water level.

PENDAHULUAN

Azolla merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki banyak manfaat dalam bidang pertanian organik, terutama dalam budidaya padi sawah. Tumbuhan ini umumnya dapat dijumpai di perairan

tergenang, tergolong tanaman istimewa karena mampu memfiksasi N₂ dari udara. Kemampuan memfiksasi N₂ dari udara dan air ini terjadi akibat adanya simbiosis antara tanaman *azolla* dengan algae penambat nitrogen *Anabaena azollae*. Simbion ini termasuk ke dalam jenis algae hijau-biru

penambat nitrogen yang bersifat autotrof (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Di Indonesia kebutuhan nitrogen pada tanaman padi sawah didapat dari pupuk nitrogen buatan antara lain Urea dan ZA. Pupuk buatan hanya dapat menambah kandungan unsur hara tetapi tidak dapat menambahkan kandungan bahan organik tanah yang berperan dalam perbaikan sifat-sifat fisik tanah (Purba, 2005). *Azolla* merupakan pupuk hijau dan sumber nitrogen alternatif ramah lingkungan yang cocok untuk budidaya padi sawah (Atomos, 2008). Arifin (2003) menjelaskan, pembenaman *azolla* sebelum tanam padi sebanyak 15 ton/ha dikombinasikan dengan pemberian pupuk buatan dapat menghemat pemakaian pupuk sebanyak 65 kg urea/ha, 10 kg TSP/ha, dan 20 kg KCl/ha. Pembenaman *azolla* tersebut berpengaruh pada pertanaman berikutnya karena proses dekomposisi dan pelepasan hara *azolla* berjalan secara perlahan-lahan sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah dalam jangka waktu lama.

Azolla microphylla merupakan salah satu spesies *azolla* yang mulai banyak digunakan dan dibudidayakan di Indonesia. Dibanding spesies lainnya, *Azolla microphylla* lebih toleran terhadap temperatur agak tinggi, sehingga sangat baik bila dibudidayakan pada kondisi iklim tropis seperti di Indonesia. Selain itu, spesies ini dapat menghasilkan biomassa dalam jumlah banyak dengan kemampuan memfiksasi N₂ dari udara yang tinggi (Arifin, 2003). Efektivitas asosiasi antara tanaman *azolla* dengan mikrosimbion *Anabaena azollae*, terjadi apabila kondisi medium tumbuh yaitu unsur hara terpenuhi seperti N, P, dan K. Selain unsur makro, *Azolla microphylla* membutuhkan unsur mikro (Fe, Zn, Co, Mn, dan Mo) dan mikronutrien lain yang biasa terdapat di dalam tanah (Khan, 1988).

Pertumbuhan *Azolla microphylla* sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro berupa fosfat. Unsur fosfat bagi tanaman *azolla* dapat membentuk senyawa

pirofosfat yang diperlukan sebagai sumber energi utama untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Peningkatan biomassa dan pertumbuhan *Azolla microphylla* terjadi jika ditambahkan fosfat dengan konsentrasi 30 ppm (Marwiyah, 2003 ; Handajani, 2000 ; Bernas *et al.*, 2008).

Ketinggian air genangan juga mempengaruhi serapan nitrogen (Hanafiah, 2009). Walaupun *Azolla microphylla* mampu tumbuh pada tanah berlumpur (air macak-macak) atau pada gambut yang basah, namun perbanyakannya terhambat karena akarnya menghujam dengan kuat ke dalam tanah sehingga menyebabkan terhambat pembelahan (fraksionasinya). Sebaliknya, pada genangan yang tinggi atau dalam, *azolla* tercerai-beraikan oleh angin atau gerakan air karena ia terapung dengan bebas. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan serapan nitrogen *Azolla microphylla* dibutuhkan media dan syarat tumbuh yang tepat, diantaranya adalah pemberian dosis fosfat dan kondisi ketinggian air. Dosis fosfat dan kondisi ketinggian air yang diberikan pada masing-masing media tersebut diduga dapat menghasilkan kandungan nitrogen yang berbeda. Nilai kandungan nitrogen yang dihasilkan oleh *Azolla microphylla* tersebut dipengaruhi oleh kondisi perairan optimum (kualitas air dan unsur hara) serta ketinggian air yang baik sebagai syarat hidup bagi pertumbuhan *Azolla microphylla*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ketinggian air dan berbagai konsentrasi pupuk fosfat terhadap pertumbuhan dan serapan nitrogen pada tanaman *Azolla microphylla*.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Desa Lampion, Kabupaten Tangerang dan Laboratorium PATIR-BATAN (Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional), Jakarta Selatan yang dilaksanakan pada bulan April sampai Juni

2014. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor perlakuan dan 3 ulangan. Faktor pertama menggunakan ketinggian air (T) yang terdiri dari empat taraf, yaitu: $T_0 = 0$ cm (tanah macak-macak) $T_1 = 2$ cm $T_2 = 4$ cm dan $T_3 = 6$ cm. Faktor kedua menggunakan konsentrasi pupuk fosfat (P) yang terdiri dari empat taraf, yaitu: $P_0 = 0$ ppm $P_1 = 15$ ppm $P_2 = 30$ ppm dan $P_3 = 45$ ppm. Dari dua faktor di atas maka terdapat 16 kombinasi perlakuan dan setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan. Sehingga terdapat 48 unit percobaan. Variabel pengamatan komponen pertumbuhan dan komponen hasil pada penelitian tanaman *Azolla microphylla* adalah: Persentase Penutupan (%), pH Air, Bobot Basah, Bobot Kering Total dan Serapan Nitrogen Total (mg) Nitrogen dan Kadar Nitrogen (%). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan maka dilakukan uji lanjut yaitu *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

pH Air

Derajat Keasaman (pH) air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan serapan nitrogen *Azolla microphylla*. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat memberikan pengaruh tidak nyata terhadap pH air pada hari 7 – 21 HST. Tercatat pH air stabil pada kisaran 7,2 dimulai pada umur 14 sampai 21 HST. Naiknya nilai pH ini diduga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman *Azolla microphylla*. Pada perlakuan dengan pemberian konsentrasi pupuk fosfat, pertumbuhan tanaman *azolla* terlihat sangat baik. hal ini diduga karena unsur fosfat yang diberikan tetap ada dalam bentuk yang tersedia. Winarso (2005) mengemukakan bahwa pH tanah tergenang akan bervariasi sebagian besar antara 6,5 hingga 7,2 untuk

satu bulan setelah penggenangan dan hingga kering.

Hasil penelitian Winarso dan Setiawan (2003) dalam Winarso (2005) yang menunjukkan bahwa konsentrasi P-tersedia tanah sangat erat dengan sifat kimia tanah lainnya, khususnya pH dan Al_{dd} tanah, yaitu makin tinggi pH tanah maka ketersediaan fosfat di dalam tanah makin besar. Hanafiah (2009) menambahkan bahwa jika penggenangan dilakukan pada tanah dengan pH masam maka pH cenderung meningkat, dan jika alkalis pH cenderung menurun, disebabkan karena adanya suasana reduktif yang menyebabkan terbebasnya senyawa OH^- , sehingga meningkatkan pH larutan. Penyanggan pH pada tanah masam disebabkan oleh sistem redoks Fe dan Mn, reaksi redoks akan menghasilkan ion H^+ atau OH^- . Naiknya pH tanah masam yang digenangi disebabkan oleh reduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} ketika terjadi pembebasan OH^- dan H^+ (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Persentase Penutupan

Pertumbuhan *Azolla microphylla* ditandai dengan adanya penggandaan pada jumlah biomassa di setiap waktunya yang dapat diukur menggunakan parameter persentase penutupan. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat memberikan pengaruh nyata terhadap persentase penutupan *Azolla microphylla*.

Persentase penutupan tercepat pada umur 7 HST ada pada perlakuan tinggi air 4 cm (T_2) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P_3) yang telah mencapai persentase penutupan 100% pada umur 4 HST. Sedangkan persentase penutupan yang terendah berturut-turut adalah perlakuan tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi fosfat 30 ppm (P_2) dengan nilai 41,1%, tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai 44,3%, dan tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi fosfat 15 ppm (P_1) dengan nilai 45,50% (Tabel 1).

Tabel 1. Pengaruh Ketinggian Air dan Konsentrasi Pupuk Fosfat terhadap Persentase Penutupan pada Umur 7, 14 dan 21 HST

Ketinggian Air	Konsentrasi Pupuk Fosfat			
	0 ppm (P ₀)	15 ppm (P ₁)	30 ppm (P ₂)	45 ppm (P ₃)
7 HST				
0 cm (T ₀)	52,20 b B	45,50 d D	41,10 d D	44,43 d D
2 cm (T ₁)	62,20 a A	82,20 a A	97,76 ab AB	100 a A
4 cm (T ₂)	51,06 c C	100 a A	100 a A	100 a A
6 cm (T ₃)	52,20 b B	97,76 ab AB	100 a A	100 a A
14 HST				
0 cm (T ₀)	72,16 c C	58,86 d D	63,30 c C	74,30 c C
2 cm (T ₁)	94,43 a A	100 a A	100 a A	100 a A
4 cm (T ₂)	74,40 bc BC	100 a A	100 a A	100 a A
6 cm (T ₃)	75,53 b B	100 a A	100 a A	100 a A
21 HST				
0 cm (T ₀)	82,20 c C	66,63 d D	56,63 c C	75,50 b B
2 cm (T ₁)	100 a A	100 a A	100 a A	100 a A
4 cm (T ₂)	72,20 d D	100 a A	100 a A	100 a A
6 cm (T ₃)	76,63 d D	100 a A	100 a A	100 a A

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama pada baris yang berbeda dan yang diikuti dengan huruf besar yang sama pada kolom yang berbeda, berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Pada umur 14 HST, perlakuan tinggi air 2, 4, dan 6 cm yang dikombinasikan dengan konsentrasi pupuk fosfat 15, 30, dan 45 ppm telah menunjukkan nilai persentase penutupan 100%. Sedangkan nilai rata-rata terendah secara berturut-turut adalah

perlakuan tinggi air 0 cm (T₀) dan konsentrasi pupuk fosfat 15 ppm (P₁) dengan nilai 58,86%, tinggi air 0 cm (T₀) dan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm (P₂) dengan nilai 63,30%, dan tinggi air 0 cm (T₀) dan

konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai 74,30%.

Nilai persentase penutupan terbaik pada umur 21 HST ada pada perlakuan tinggi air 6 cm (T_3) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai persentase penutupan 100%. Sedangkan yang terendah berturut-turut adalah perlakuan tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm (P_2) dengan nilai 56,63%, tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 15 ppm (P_1) dengan nilai 66,63%, tinggi air 4 cm (T_2) dan konsentrasi pupuk fosfat 0 ppm (P_0) dengan nilai 72,2%, tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai 75,5%.

Ketinggian air 4 cm merupakan ketinggian yang optimal untuk pertumbuhan tanaman azolla. Menurut Arifin (2003), air merupakan prasarat bagi pertumbuhan azolla karena air merupakan tempat untuk mengambil mineral. Pada ketinggian 4 cm, akar tanaman azolla masih dapat menyentuh permukaan tanah untuk dapat menyerap nutrisi dari tanah dan larutan air, akan tetapi tidak menghujam terlalu kuat, sehingga proses penyerapan nutrisi berlangsung secara maksimal dan fraksionasi tanaman azolla tidak terhambat.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kecenderungan nilai rata-rata persen penutupan *Azolla microphylla* dengan ketinggian air 0 cm (T_0) pada semua konsentrasi pupuk fosfat dari 7-21 HST tidak dapat menutupi seluruh luasan permukaan. Hal ini diduga karena tidak adanya genangan air sebagai media tumbuh dan berkembangnya tanaman azolla. Salah satu faktor yang penting bagi pertumbuhan azolla adalah tinggi genangan air. Walaupun mampu tumbuh pada tanah berlumpur atau pada lahan gambut basah, namun perbanyakannya terhambat karena akarnya menghujam kuat ke dalam tanah sehingga menyebabkan terhambatnya pembelahan (Hanafiah, 2009).

Nilai persentase penutupan konsentrasi pupuk fosfat 0 ppm (P_0) pada ketinggian air 0 cm (T_0), 4 cm (T_2), dan 6 cm (T_3) pada umur 1-3 MST cenderung tidak dapat menutupi seluruh luasan permukaan (Lampiran 8). Tanaman azolla pada perlakuan ini memiliki pertumbuhan yang lambat, daunnya berwarna kemerahan, dan kusam. Defisiensi unsur fosfat diduga menjadi penyebabnya, karena kekurangan fosfat ditandai oleh penampilan tumbuhan yang kecil, warna agak merah sampai merah tua, dan vigor rendah (Arifin, 2003). Pabby *et al.* (2003) menjelaskan bahwa kekurangan unsur fosfat yang diserap tanaman dapat mengakibatkan daun tanaman azolla menjadi pucat dan pertumbuhan menjadi terhambat.

Bobot Basah *Azolla microphylla*

Pengukuran bobot basah dilakukan pada umur 21 HST atau pada saat panen. Tanaman *Azolla microphylla* ditiriskan terlebih dahulu sebelum ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik. Hasil sidik ragam rata-rata bobot basah *Azolla microphylla* menunjukkan bahwa perlakuan ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot basah *Azolla microphylla* (Tabel 2).

Data pada Tabel 2 menunjukkan nilai bobot basah tertinggi ada pada perlakuan tinggi air 4 cm (T_2) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai 110,04 gram. Sedangkan nilai bobot basah terendah berturut-turut adalah perlakuan tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm (P_2) dengan nilai 9,39 gram, tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai 9,39 gram, tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 15 ppm (P_1) dengan nilai 20,91 gram, tinggi air 4 cm (T_2) dan konsentrasi fosfat 0 ppm (P_0) dengan nilai 32,73 gram.

Perlakuan T_2P_3 (110,04 gram) tidak menunjukkan perbedaan hasil bobot basah *Azolla microphylla* terhadap rata-rata bobot basah *Azolla microphylla* perlakuan T_3P_3

(104,88 gram), T₃P₂ (103,09 gram), dan T₃P₁ (100,87 gram). Namun apabila dilihat dari segi ekonomis dan efisiensi pupuk fosfat,

perlakuan T₃P₁ merupakan perlakuan yang terbaik dengan nilai bobot basah 100,87 gram.

Tabel 2. Pengaruh Ketinggian Air dan Konsentrasi Pupuk Fosfat terhadap Bobot Basah (g)

Ketinggian Air	Konsentrasi Pupuk Fosfat			
	0 ppm (P ₀)	15 ppm (P ₁)	30 ppm (P ₂)	45 ppm (P ₃)
0 cm (T ₀)	39,50 c C	20,91d D	9,39 e E	18,48 e E
2 cm (T ₁)	75,16 ab AB	93,01 b B	79,47 c C	95,13 b B
4 cm (T ₂)	32,73 d D	95,83 ab AB	91,22 b B	110,04 ab AB
6 cm (T ₃)	47,58 b B	100,87 a A	103,09 a A	104,88 a A

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama pada baris yang berbeda dan yang diikuti dengan huruf besar yang sama pada kolom yang berbeda, berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Interaksi antara kondisi ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat akan mempengaruhi aktivitas fotosintesis *Azolla microphylla* yang akan berpengaruh pada proses perbanyakan diri oleh tanaman azolla. Tanah yang digenangi akan meningkatkan bentuk fosfat yang tersedia bagi tanaman. Noor (2004) menjelaskan dalam keadaan reduktif bentuk fosfat dalam ikatan Fe-P mungkin juga Al-P lepas menjadi bentuk yang tersedia setelah penggenangan. Perlakuan T₃P₃ menunjukkan hasil bobot basah yang tinggi (110,04 gram) karena pupuk fosfat yang diberikan setiap 2 hari sekali akan terakumulasi dalam larutan air dalam bak percobaan sehingga dapat diserap dengan baik oleh akar tanaman azolla melalui mekanisme difusi.

Media tanam yang diperkaya dengan unsur fosfat cenderung meningkatkan produktivitas tanaman *Azolla microphylla* dan aktivitas penambatan nitrogen oleh *Anabaena azollae*. Fiksasi nitrogen oleh *Anabaena azollae* sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman azolla karena nitrogen hasil fiksasi

akan didistribusikan ke sel azolla yang selanjutnya akan digunakan untuk pertumbuhan tanaman azolla. Handajani (2011) menjelaskan dalam penelitiannya, pemberian fosfat meningkatkan 130% bobot segar tanaman, 85% bobot kering, mempercepat periode *doubling time* 1,2 hari, meningkatkan jumlah sel heterosis dan 18% jumlah sel akinet dalam vegetatif. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Lumpkin, 1987 dalam Purba, 2005, bahwa kekurangan fosfat menyebabkan tanaman lebih pendek dan menurunkan bobot basah tanaman, serta menurunkan kandungan nitrogen total tanaman karena penurunan laju fiksasi.

Bobot Kering Total

Hasil sidik ragam rata-rata bobot kering total *Azolla microphylla* menunjukkan bahwa perlakuan ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot kering total *Azolla microphylla*. Nilai bobot kering total tertinggi ada pada perlakuan ketinggian air 6 cm (T₃) dan konsentrasi pupuk fosfat 45

ppm (P_3) dengan nilai 4,56 g. Sedangkan yang terendah berturut-turut adalah perlakuan tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm (P_2) dengan nilai 0,29 gram, tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk

fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai 0,78 gram, tinggi air 0 cm (T_0) dan konsentrasi pupuk fosfat 15 ppm (P_1) dengan nilai 0,86 gram, dan tinggi air 4 cm dan konsentrasi fosfat 0 ppm (P_0) dengan nilai 1,40 gram (Tabel 3).

Tabel 3 Pengaruh Ketinggian Air dan Konsentrasi Pupuk Fosfat terhadap Bobot Kering Total

Ketinggian air	Konsentrasi Pupuk Fosfat			
	0 ppm (P_0)	15 ppm (P_1)	30 ppm (P_2)	45 ppm (P_3)
0 cm (T_0)	1,56 c C	0,86 e E	0,29 e E	0,78 e E
2 cm (T_1)	2,80 ab AB	3,76 bc BC	3,43 bc BC	3,66 c C
4 cm (T_2)	1,40 cd CD	3,90 b B	3,63 b B	4,53 a A
6 cm (T_3)	2,03 b B	4,23 a A	4,26 a A	4,56 a A

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama pada baris yang berbeda dan yang diikuti dengan huruf besar yang sama pada kolom yang berbeda, berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Perlakuan T_3P_3 (4,56 g) tidak menunjukkan perbedaan hasil bobot kering total *Azolla microphylla* terhadap rata-rata bobot kering total *Azolla microphylla* pada perlakuan T_2P_3 (4,53 g), T_3P_2 (4,26 g), dan T_3P_1 (4,23 g). Namun apabila dilihat dari segi ekonomis dan efisiensi pupuk fosfat, perlakuan T_3P_1 merupakan perlakuan yang terbaik dengan nilai bobot kering total 4,23 gram.

Interaksi antara kondisi ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat diduga berpengaruh nyata pada aktivitas fotosintesis yang akan berpengaruh pada fotosintat dan proses perbanyakan diri oleh tanaman *Azolla microphylla*. Besarnya nilai bobot basah cenderung akan mempengaruhi nilai bobot kering total *Azolla microphylla* karena sebagian besar tanaman ini tersusun dari daun. Daun merupakan organ utama fotosintesis pada tumbuhan tingkat tinggi. Permukaan daun luar dan persentase penutupan yang luas memungkinkan proses

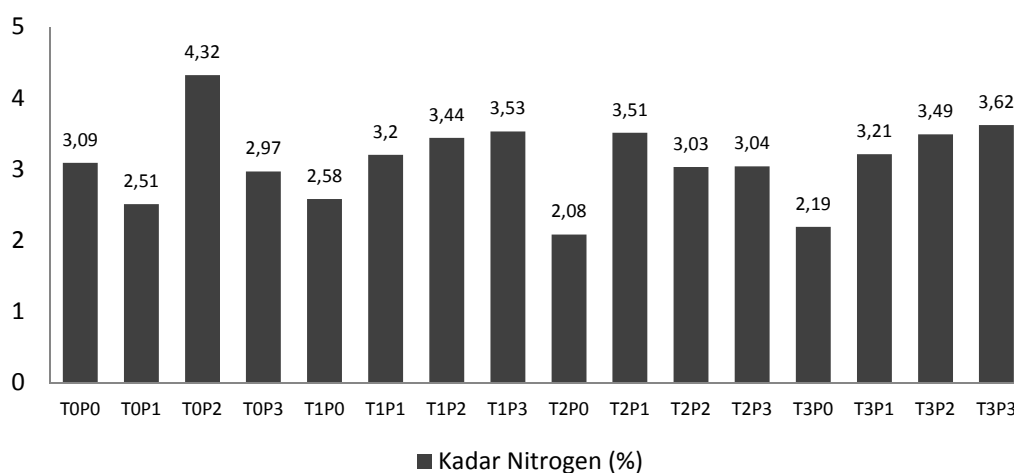
fotosintesis berlangsung optimal karena penyerapan cahaya dapat terjadi semaksimal mungkin. Perluasan daun yang cepat dapat memaksimalkan proses asimilasi sehingga total produksi meningkat (Ekacitta, 2014).

Fungsi penting fosfat di dalam tanaman yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, serta pembelahan dan pembesaran sel (Winarso, 2005). Selain itu fosfat juga sangat berperan dalam fiksasi nitrogen oleh *Anabaena azollae*. Handajani (2010) menyatakan bahwa nitrogen adalah makronutrisi yang dibutuhkan oleh sel dalam proses fotosintesis yang akan berpengaruh pada produksi bobot kering total. Ketersediaan nitrogen yang cukup akan memacu aktivitas metabolisme azolla sehingga bobot kering menjadi lebih tinggi (Watanabe dan Liu, 1992 dalam Marwiyah, 2003).

Kadar Nitrogen

Hasil pengujian kadar nitrogen tanaman azolla menunjukkan bahwa kondisi ketinggian air dan pemberian pupuk fosfat

secara mandiri dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar nitrogen. Rerataan jumlah kadar nitrogen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Ketinggian Air dan Pemberian pupuk Fosfat terhadap Kadar Nitrogen *Azolla microphylla*

Hasil uji kadar nitrogen *Azolla microphylla* yang terlihat pada Gambar 1 menunjukkan nilai kadar nitrogen tertinggi terdapat pada perlakuan tinggi air 0 cm (T₀) dan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm (P₂) dengan nilai 4,32%. Sedangkan yang terendah berturut-turut adalah perlakuan tinggi air 4 cm (T₂) dan konsentrasi pupuk fosfat 0 ppm (P₀) dengan nilai 2,08%, tinggi air 6 cm (T₃) dan konsentrasi pupuk fosfat 0 ppm (P₀) dengan nilai 2,19%, dan tinggi air 0 cm (T₀) dan konsentrasi pupuk fosfat 15 ppm (P₁) dengan nilai 2,51%.

Hasil uji kadar nitrogen menunjukkan bahwa serapan pada perlakuan konsentrasi pupuk 0 ppm (P₀) di berbagai ketinggian air cenderung memiliki kadar nitrogen yang rendah. Sedangkan pada perlakuan tinggi air 0 cm (T₀) dan 4 cm (T₂), nilai kadar nitrogen cenderung membentuk kurva sigmoid seiring dengan besarnya pemberian dosis fosfat hingga 45 ppm. Kadar nitrogen pada perlakuan ketinggian air 2 cm (T₁) dan 6 cm (T₃) cenderung mengalami peningkatan

seiring dengan besarnya pemberian dosis pupuk fosfat hingga 45 ppm (Gambar 1).

Interaksi antara ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat berpengaruh nyata pada aktivitas mikrosimbion *Anabaena azollae* dan fiksasi nitrogen. Aktivitas penambatan nitrogen oleh mikrosimbion *Anabaena azollae* melibatkan sel vegetatif dan sel heterosis yang terdapat dalam daun azolla. Fosfat berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah sel akinet dan vegetatif *Anabaena azollae*. Penambahan fosfat memberikan jumlah sel akinet vegetatif dua kali lebih besar daripada tanpa fosfat (Marwiyah, 2003).

Ketinggian air juga sangat mempengaruhi serapan nitrogen tanaman azolla. Hanafiah (2009) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa pada kondisi air yang tergenang penambatan N₂ pada sel heterosis tidak maksimal. Oleh sebab itu jumlah sel heterosis pada tinggi genangan air di atas 2 cm akan lebih rendah jika dibandingkan dengan sel heterosis pada tinggi genangan air 0 cm. Ditemukan pula bahwa jumlah sel

vegetatif *Anabaena azollae* paling tinggi terdapat pada kondisi tinggi genangan air 0 cm. Pada kondisi akar masuk ke dalam tanah, azolla memiliki ketahanan terhadap cekaman lingkungan yang lebih baik, sehingga peran sel vegetatif sebagai sel pertumbuhan pada azolla terus meningkat jumlahnya. Kenaikan sel vegetatif berbanding lurus dengan kenaikan sel heterosis anabaena. Sel heterosis *Anabaena azollae* dalam jumlah banyak akan meningkatkan aktivitas nitrogenase, sehingga

laju fiksasi N_2 meningkat dengan cepat dan kandungan nitrogen dalam jaringan tanaman juga meningkat (Marwiyah, 2003).

Serapan Nitrogen Total

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tinggi air dan konsentrasi pupuk fosfat memberikan pengaruh yang nyata terhadap serapan nitrogen total *Azolla microphylla*, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Ketinggian Air dan Pemberian pupuk Fosfat terhadap Serapan Nitrogen Total *Azolla microphylla* (mg)

Ketinggian air	Konsentrasi Pupuk fosfat			
	0 ppm (P ₀)	15 ppm (P ₁)	30 ppm (P ₂)	45 ppm (P ₃)
0 cm (T ₀)	48,41 b B	21,74 e E	21,66 e E	23,15 e E
2 cm (T ₁)	72,35 b B	120,60 b B	118,16 b B	129,36 c C
4 cm (T ₂)	29,18 c C	136,94 a A	109,98 c C	137,73 a A
6 cm (T ₃)	44,64 bc BC	136,04 ab AB	148,98 a A	164,96 a A

Keterangan : Angka-angka yang diikuti dengan huruf kecil yang sama pada baris yang berbeda dan yang diikuti dengan huruf besar yang sama pada kolom yang berbeda, berbeda tidak nyata menurut uji DMRT taraf 5%.

Hasil uji rata-rata yang terlihat pada Tabel 4 menunjukkan nilai serapan nitrogen total tertinggi ada pada perlakuan tinggi air 6 cm (T₃) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P₃) dengan nilai 164,96 mg. Sedangkan yang terendah berturut-turut adalah perlakuan tinggi air 0 cm (T₀) dan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm (P₂) dengan nilai 21,66 mg, tinggi air 0 cm (T₀) dan konsentrasi pupuk fosfat 15 ppm (P₁) dengan nilai 21,74 mg, tinggi air 0 cm (T₀) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P₃) dengan nilai 23,15 mg, dan ketinggian air 4 cm (T₂) dan konsentrasi pupuk fosfat 0 ppm (P₀) dengan nilai 29,18 mg.

Perlakuan T₃P₃ (164,96 mg) tidak menunjukkan perbedaan hasil serapan nitrogen total *Azolla microphylla* terhadap rata-rata serapan nitrogen total *Azolla microphylla* pada perlakuan T₃P₂ (148,98 mg), T₂P₃ (137,73), dan T₂P₁ (139,94 mg). Namun apabila dilihat dari segi ekonomis dan efisiensi pupuk fosfat, perlakuan T₂P₁ merupakan perlakuan yang terbaik dengan nilai bobot basah 139,94 mg.

Interaksi antara ketinggian air dan konsentrasi pupuk fosfat berpengaruh nyata pada proses fotosintesis, perbanyakan, dan pembesaran sel-sel daun tanaman *Azolla microphylla* serta memberikan pengaruh positif pada populasi dan aktivitas

mikrosimbion *Anabaena azollae* dalam proses fiksasi nitrogen.

Hardjowigeno dan Rayes (2005) menjelaskan bahwa semakin tinggi air genangan maka populasi mikroflora anabaena akan semakin melimpah. Akan tetapi *Anabaena azollae* sangat peka terhadap lingkungan oleh karena itu mikroflora ini bersimbiosis dengan azolla demi mendapatkan perlindungan dari cekaman lingkungan. Aktivitas penambatan nitrogen oleh mikrosimbion *Anabaena azollae* melibatkan sel vegetatif dan sel heterosis yang terdapat dalam daun azolla. Hanafiah (2009) menjelaskan, sel heterosis mengandung enzim nitrogenase yang akan menfiksasi N_2 kemudian akan diubah menjadi NH_4 (amonium) selanjutnya diangkut ke inang azolla. Azolla mengubah NH_3 menjadi asam-asam amino yang akan disuplai bersama hasil fotosintat azolla ke mikrosimbion sehingga populasi *Anabaena azollae* tumbuh dengan baik dan suplai nitrogen untuk tanaman azolla tercukupi.

Besarnya nilai serapan nitrogen total berbanding lurus dengan jumlah kadar nitrogen yang diserap oleh tanaman dan bobot kering total yang dihasilkan. Hal tersebut dibuktikan pada perlakuan tinggi air 6 cm (T_3) dan konsentrasi pupuk fosfat 45 ppm (P_3) dengan nilai bobot kering total (4,56 gram) dan serapan nitrogen total (164,96 mg) tertinggi dari semua perlakuan yang diamati.

KESIMPULAN

1. Kondisi ketinggian air saling bergantung dengan konsentrasi pupuk fosfat dalam mempengaruhi persentase penutupan umur 7-21 HST, bobot basah, bobot kering total, dan serapan nitrogen total *Azolla microphylla*.
2. Ketinggian air 2 cm dengan konsentrasi pupuk fosfat 30 ppm merupakan kombinasi perlakuan terbaik dalam mempengaruhi persentase penutupan umur 7-21 HST, bobot basah, bobot

kering total, dan serapan nitrogen total *Azolla microphylla*.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. 2003. Azolla Pembudidayaan dan Pemanfaatan pada Tanaman Padi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Arizal, A. 2011. Kandungan Nitrogen (N) pada *Azolla Pinnata* yang ditumbuhkan dalam Media Air dengan Kadar P yang Berbeda. [Skripsi] IPB, Bogor.
- Arora, A., dan S. Saxena. 2005. Cultivation of *Azolla microphylla* Biomass on Secondary-treated Delhi Municipal Effluents. Indian Agricultural Research Institute. India. 29: 61-63.
- Badan Tenaga Nuklir Nasional. Azolla Pabrik Mini Nitrogen. www.batan.go.id/ www.infonuklir.com. Diakses tanggal 18-03-2014.
- Bernas, S.M., D. Setyawan, A. Hermawan, U. Sudarso, dan Indah. 2008. Pemanfaatan Lahan Basah untuk Pertanian Berkelanjutan dalam Menghadapi Peluang dan Tantangan Global. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Palembang. Vol. 28. Hal.: 203-207.
- Dahyar, Ahmad. 2010. Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Azolla Menjadi Kompos Pupuk Tablet. Tesis. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Djojokuswito. 2000. Azolla Pertanian Organik dan Multiguna. Yogyakarta. Hal.: 43-62.
- Ferentinos, L., J. Smith, dan H. Valenzuela. 2002. Azolla Sustainable Agriculture

- Green Manure Crops. Departments of Natural Resources and Environmental Management Tropical Plant and Soil Sciences. Cooperative Extension Service College of Tropical Agriculture and Human Resources University of Hawaii. Manoa. Hawaii
- Handajani, H. 2000. Peningkatan Kadar Protein Tanaman *Azolla microphylla* dengan Mikrosimbion *Anabaena azollae* dalam Berbagai Konsentrasi N dan P yang Berbeda Pada Media Tumbuh. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor. Hal.: 12-21.
- Handajani, H. 2010. Experimental Studies on Growth of *Azolla* as Biofertilizer for Acid Water System. Fisheries Departement, University of Muhammadiyah Malang. Malang. Hal.: 1-13.
- Handajani, H. 2011. Optimation of Nitrogen and Phosphorus in *Azolla* Growth As Biofertilizer. Fisheries Departement, University of Muhammadiyah Malang. Malang. Makara, Teknologi, Vol. 15, No. 2, November 2011. Hal.: 142-146
- Hardjowigeno. S. 1989. Dasar-dasar Ilmu Tanah Edisi 2. Jakarta: PT. Melton Putra. Jakarta.
- Hardjowigeno, S., dan L. Rayes. 2005. Tanah Sawah, Karakteristik, Kondisi, dan Permasalahn Tanah Sawah di Indonesia. Bayumedia Publishing. Malang.
- Khan, M.M. 1988. A Primer on *Azolla* Production and Utilization in Agriculture. Los Banos: SEARCA. Hal.: 120-134.
- Khan MM. 1994. *Azolla* Agronomy. Institute of Biological Sciences of the University of the Philippines. Philippines.
- Leiwakabessy, F. M. dan A. Sutandi. 2004. Diktat Kuliah Pupuk dan Pemupukan. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Maftuchah, dan Winaya. 2000. Komposisi Media Tumbuh untuk Asosiasi *Azolla-Anabaena*. Pusat Bioteknologi Pertanian Universitas Muhammadiyah. Malang. Hal: 50-60.
- Mangaraj B.N., dan Maurya B.R. 1997. Effect of Phosphorus and Zinc on Growth and Nitrogen Fixation of *Azolla caroliniana* (Wild). Journal of the Indian Society of Soil Science 45 (3) : 498-502.
- Marwiyah, E. 2003. Biomassa *Azolla microphylla* dan Biologi *Anabaena azollae* pada Beragam Medium di Laboratorium. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB. Bogor. Hal.:12-15.
- Miftakhul, H.S. 2013. Efektivitas Kandungan Unsur Hara N pada Pupuk Kandang Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan Tanaman Terung (*Solanum Melongena* L.). Prodi Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya. Surabaya. UNESA Journal of Chemistry 2 (1) :131-136.
- Mudyantini, W., dan Santosa. 2001. Pertumbuhan *Azolla microphylla* Kaulf Akibat Pemberian Karbofuran dan Intensitas Cahaya Berbeda. Hal: 25-27.

- Pabby, A., P. Radha, dan P.K. Singh. 2003. Azolla-Anabaena Symbiosis – From Traditional Agriculture to Biotechnology. National Center for Conservation and Utilization of Blue-Green Algae. Indian Agriculture Research Institute. Indian Journal of Technology. New Delhi. India Vol. 2 Hal.: 26-37.
- Purba, SR. 2005. Pemupukan Tanaman Padi Sawah Dengan Menggunakan Azolla, Fosfat Alam, dan Arang Jerami Padi Sebagai Pupuk Alternatif NPK. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal.: 5-7